Das spezifische Gewicht der Tiefengesteine

von

F. Becke,

w. M. k. Akad.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. März 1911.)

Die Handbücher der Petrographie geben über das spezifische Gewicht der Felsarten meist nur unvollkommen Auskunft. Man findet entweder die Angabe der weit voneinander abstehenden Grenzwerte oder man findet Einzelwerte, die sich auf bestimmte Einzelbeobachtungen beziehen. Bei den Originaluntersuchungen, selbst bei solchen, die eine quantitative chemische Analyse beibringen, wird die Bestimmung des spezifischen Gewichtes häufig unterlassen. Man sehe die Tabellen der Gesteinsanalysen von Osann oder Washington durch. Oft kommen mehrere Seiten hintereinander ohne eine Zahl in der Kolonne des spezifischen Gewichtes. Das ist kein erfreulicher Zustand.

Im vorigen Jahr hat R. A. Daly[1] Mittelzahlen für das spezifische Gewicht einzelner Gesteinstypen aufgestellt, die durch Mittelnehmen aus den vorhandenen Angaben gewonnen sind. Diese Zahlen sind als ein recht erfreulicher Fortschritt zu bezeichnen; für viele Fragen geben sie aber keine ausreichende Auskunft, da sie eben nur einen typischen Mittelwert z. B. für alle diejenigen Gesteine geben, die verschiedene Beobachter

---

[1] Reginald Aldworth Daly, Average chemical composition of igneous-rock types. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. XLV, No. 7, January 1910.

mit dem Namen Granit belegt haben, ohne aber erkennen zu lassen, wie weit dieser Mittelwert über- oder unterschritten wird bei Graniten von abweichender Zusammensetzung.

Durch verschiedene Erwägungen auf die Wichtigkeit dieses Merkmals aufmerksam gemacht, suchte ich Mittelzahlen zu ermitteln unter Berücksichtigung der schwankenden Zusammensetzung der Gesteine; freilich wird die Zahl der verwertbaren Gesteinsanalysen sehr beschränkt, da keineswegs von allen analysierten Gesteinen das spezifische Gewicht bekannt ist und umgekehrt manche sonst brauchbare Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Beziehung auf eine analysierte Gesteinsprobe entbehrt.

Wenn solche Zusammenstellungen einen Wert haben sollen, muß möglichste Frische des analysierten Gesteins gefordert werden. Das ist ein weiteres Moment, das die Zahl der verwendbaren Analysen einschränkt.

Bei der Rechnung beschränkte ich mich auf die vollkrystallinen Tiefengesteine. Denn bei Ergußgesteinen bringt das Vorhandensein oder Fehlen von Gesteinsglas ein Moment der Unsicherheit hinein, welches vorerst ausgeschlossen werden muß, wenn zunächst der Zusammenhang zwischen spezifischem Gewicht und chemischer Zusammensetzung studiert werden soll.

Ich habe ferner getrachtet, nach Möglichkeit solche Gesteine auszuschließen, welche eine Metamorphose in der Richtung gegen die Bildung krystallinischer Schiefer erlitten haben, daher habe ich von alpinen Gesteinen nur solche benutzt, bei denen ich überzeugt war, daß sie keine Pressungsmetamorphose erlitten haben. Nur einige Male bin ich diesem Prinzip untreu geworden, wenn von wichtigen Typen gute, außeralpine Beispiele mangelten oder zu wenig zahlreich waren.

Ausgeschlossen wurde vorläufig noch die Reihe der Ganggesteine, nur einige Aplite wurden beim Granit mitgenommen. Ebenso habe ich vorläufig noch selten vorkommende Gesteinstypen von extremer Ausbildung ausgelassen.

Man muß sich ferner gegenwärtig halten, welche chemische Variation in erster Linie in ihrem Einfluß auf das spezifische Gewicht geprüft werden soll. Hätten wir ein sehr großes Material

von brauchbaren Bestimmungen, so müßten sich die verschiedenartigsten Schwankungen der chemischen Zusammensetzung bei Tiefengesteinen in ihrem Einfluß auf das spezifische Gewicht studieren lassen. Man müßte beispielsweise untersuchen, welchen Einfluß bei sonst übereinstimmender chemischer Zusammensetzung ein steigender Kieselsäuregehalt bei Graniten oder Tonaliten nimmt oder wie sich bei sonst ähnlicher Zusammensetzung der Ersatz von Kali durch Natron geltend macht, welchen Einfluß der Ersatz von Magnesia durch Eisenoxydul mit sich bringt usw.

Leider ist das Material für solche Fragen noch viel zu lückenhaft und ich konnte nur jenen Einfluß studieren, der sich durch die Stellung des Analysenpunktes im Osann'schen Dreieck zu erkennen gibt. Diese steht ja in Zusammenhang mit der Menge der lichten, spezifisch leichten, salischen Gemengteile im Verhältnis zu den dunklen, spezifisch schweren, femischen.

Ich ging dabei in ähnlicher Weise vor wie in der Untersuchung über die pazifischen und atlantischen Gesteine;[1] ich denke mir in dem Analysenpunkt im Osann'schen Dreieck das spezifische Gewicht als Ordinate aufgetragen und den Wald dieser Vertikalstrecken auf eine über der Dreieckseite *AF* errichtete Vertikalebene projiziert. Es erscheint dann das spezifische Gewicht als Funktion der Größe $a-f$, d. h. in seiner Abhängigkeit von dem Mengenverhältnis der Alkalifeldspatsubstanz (*A*) zu den in *F* vereinigten femischen Bestandteilen. Die Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes von der Menge der Anorthitsubstanz (*C* nach der Osann'schen Berechnungsmethode) kommt dabei nicht zum Ausdruck.

Es wurden nun aus den mir zugänglichen Zusammenstellungen von Gesteinsanalysen die mir tauglich erscheinenden ausgewählt, die Osann'schen Größen berechnet und nach der Größe $a-f$ geordnet. Bei der Berechnung wurde ein etwa vorhandener Tonerdeüberschuß über die Alkalienmenge (mit der entsprechenden Menge H_2O verbunden gedacht) zu *A* hinzugezählt.

---

[1] Tschermak's Min. Petr. Mitt., XXII, 209 (1903).

Nimmt man $a-f$ zur Abszisse, das spezifische Gewicht zur Ordinate, so zeigt sich bei den meisten Gesteinsgruppen ein deutliches Ansteigen des spezifischen Gewichtes mit der Abnahme der Größe $a-f$. Die Enden der Ordinaten erfüllen einen mehr weniger breiten Streifen, der gegen das F-Ende hin ansteigt.

Es wurden nun aus den bei ähnlichen $a-f$ eingetragenen spezifischen Gewichten sowohl aus den $a-f$ als aus den spezifischen Gewichten das Mittel genommen. Auf diese Art erhielt ich eine Reihe von Punkten, die auf einer stetig ansteigenden Linie lagen.

Die Rechnung wurde gesondert geführt für Gesteine der pazifischen Sippe (Alkalikalkgesteine Rosenbusch) und für Gesteine der atlantischen Sippe (Alkaligesteine Rosenbusch). Leider ist die Zahl der brauchbaren Angaben für die letztere Gruppe recht klein, so daß die erlangten Resultate noch wenig Sicherheit bieten. Besser ist es mit der verbreiteten Normalreihe der Gesteine bestellt.

Das Verzeichnis der benutzten Analysen sowie die erzielten Mittelwerte sind im Anhang angeführt. Das Hauptresultat ist in der folgenden Tabelle, p. 271, und in der Fig. 1 dargestellt.

In Worten läßt sich das Verhalten des spezifischen Gewichtes zu der Stellung im Osann'schen Dreieck, besonders zur Größe $a-f$, folgendermaßen zusammenfassen:

Die mittleren spezifischen Gewichte für Granit steigen mit abnehmendem $a-f$ erst langsam, dann rascher an. An die Linie des Granits schließt sich, etwas steiler ansteigend, die Linie für Tonalit. Über der Tonalitlinie, aber merklich konvex gegen die Abszissenachse, folgt die Dioritlinie und in ungefähr gleichem Abstand, aber mehr gegen das femische Ende des Feldes verschoben und ebenfalls konvex gegen die Abszissenachse liegt die Gabbrolinie. Die Linie für Syenit schneidet, vom femischen Ende der Granitlinie ausgehend, die Dioritlinie und erreicht das salische Ende der Gabbrolinie. Für die Pyroxenite und Peridotite ergibt sich keine deutliche Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes von $a-f$. Die Mittelzahl aller brauchbaren Daten über dem Mittelwert $a-f$ aufgetragen,

liefert einen Punkt, der in der Verlängerung der Tangente an das femische Ende der Gabbrokurve liegt.

Wie schon erwähnt, reichen die vorhandenen Beobachtungen kaum aus, auch für die Alkaligesteine ähnliche Mittelzahlen zu berechnen. Doch sollen die wichtigsten Typen auf Grund der spärlichen vorhandenen Daten erörtert werden.

Hierbei zeigt sich folgendes: Typische Alkaligranite entsprechen nach den nicht sehr zahlreichen Angaben einem $a-f=5$ bis 13. Die spezifischen Gewichte zeigen keinen bestimmten Gang, sie halten sich zwischen den Grenzen 2·62 und 2·64 und fallen somit sehr nahe an die Granitlinie der Hauptreihe.

Alkalisyenite (d. i. Pulaskite, Umptekite usw.) sind in etwas größerer Zahl vorhanden; die spezifischen Gewichte lassen andeutungsweise ein Ansteigen mit abnehmendem $a-f$ erkennen und die so entstehende Linie setzt die Syenitlinie der Hauptreihe nach unten fort.

Von Eläolithsyeniten (Foyaiten etc.) existiert eine ziemliche Anzahl von Bestimmungen, die ein sehr beträchtliches Schwanken des spezifischen Gewichtes hervortreten lassen; eine gute Beziehung zur Stellung im Osann'schen Dreieck, namentlich zur Größe $a-f$, tritt nicht hervor. Das mag seinen Grund zum Teil in der nicht ausreichenden Zahl der Bestimmungen haben, zum Teil in der leichten Zersetzbarkeit der Gesteine. Zum Teil ist sie aber dadurch begründet, daß das Osann'sche Dreieck chemische Unterschiede, die für diese Gruppe bedeutungsvoll sind und mit denen sich starke Unterschiede des spezifischen Gewichtes verknüpfen, nicht zum Ausdruck bringt. Vor allem ist hier das Verhältnis von Na zu K ins Auge zu fassen. Das Verhältnis Na : K hat sicher auf das spezifische Gewicht großen Einfluß, und zwar sollten Na-reiche Gesteine spezifisch schwerer sein. Dieses Verhältnis kommt in $a-f$ nicht zum Ausdruck.

In die Tabelle wurde die Mittelzahl der vorhandenen Daten aufgenommen, von der nur einige extreme Werte ausgeschlossen wurden. Das Mittel liegt unter der Granitlinie. Dies ist nicht zu verwundern, da Alkalifeldspat ($s=2·55$

bis 2·62) und Nephelin ($s = 2 \cdot 60$) ein niedrigeres spezifisches Gewicht geben müssen als Alkalifeldspat und Quarz ($s = 2 \cdot 65$).

Von den an femischen Gemengteilen reicheren Eläolithsyeniten (Laurdalit, Brögger) liegt eine einzige Angabe vor. Sie zeigt merkliches Ansteigen gegen *F*. Das Maß ist aber unsicher.

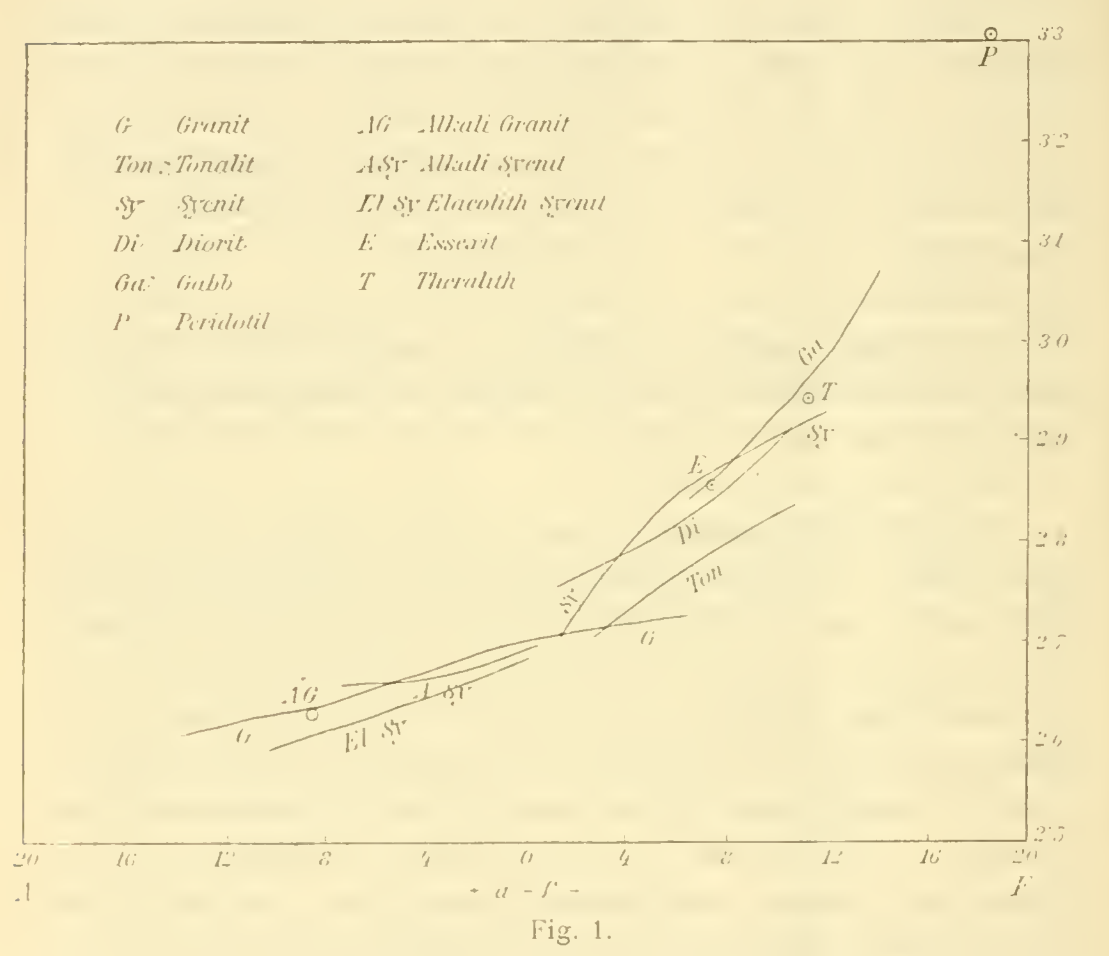


Fig. 1.

Gegen das femische Ende der Reihe würden sich an Eläolithsyenit anschließen: Essexit und Theralith. Aus den wenigen brauchbaren Angaben folgen Mittelwerte, die auf die Gabbrolinie fallen.

Diese Verhältnisse sind aus der Fig. 1 zu ersehen. Man erkennt, daß das spezifische Gewicht der nach der Größe $a - f$ geordneten Gesteine eine hyperbelähnliche, gegen die Abszissenachse konvexe Kurve liefert.

Die Mittelwerte für die Kurvenstücke der einzelnen Gesteinsarten sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

$a-f$	s
Granit	
13·54	2·609
10·42	2·625
7·80	2·638
5·74	2·654
3·06	2·678
— 1·42	2·702
— 7·0	2·723
Tonalit	
— 3·00	2·711
— 7·74	2·789
—10·86	2·837
Syenit	
— 1·44	2·703
— 4·86	2·817
— 7·52	2·869
—12·24	2·926
Diorit	
— 0·60	2·751
— 5·32	2·803
—10·60	2·913
Gabbro	
— 6·64	2·84
— 9·82	2·927
—12·23	2·991
—14·07	3·066
Pyroxenit und Peridotit	
—18·68	3·307

$a-f$	s
Alkaligranit	
8·56	2·630
Alkalisyenit	
7·92	2·646
3·46	2·664
— 0·64	2·694
Eläolithsyenit	
10·02	2·594
0·38	2·68
Essexit	
— 7·30	2·858
Theralith	
—11·30	2·904

Um den Vergleich mit den Zahlen von Daly zu ermöglichen, habe ich aus seinen Analysenmitteln die Osann'schen Zahlen berechnet. Nun kann man die von Daly angegebenen mittleren spezifischen Gewichte der einzelnen Typen mit jenem Teil meiner Kurven des spezifischen Gewichtes vergleichen, die gleichen Werten $a-f$ wie die Daly'schen Analysenmittel entsprechen. Dieser Vergleich ist allerdings nicht ganz streng, da nicht von allen Gesteinen, deren Analysen von Daly zum Mittel vereinigt wurden, Bestimmungen des spezifischen Gewichtes vorliegen.

Osann'sche Zahlen der von Daly gegebenen Analysenmittel.

	a	*c*	*f*	*a—f*	sp. Gew. (Daly)	sp. Gew. (Becke)	
Granit (4)[1]	9·3	3·8	6·9	2·4	2·660	2·682	
Granodiorit (28)	6·1	4·9	9·0	— 2·9	2·740	2·723	(Tonalit)
Syenit (13)	6·7	2·9	10·4	— 3·7	2·773	2·775	
Diorit (32)	3·8	4·3	11·9	— 8·1	2·861	2·855	
Gabbro (39)	1·8	4·5	13·7	—11·9	2·933	2·975	
Peridotit (57)	0·4	0·6	19·0	—18·6	3·176	3·307	(Pyroxenit u. Peridotit)
Nephelinsyenit (24)	11·4	0·2	8·4	3·0	2·600	2·655	
Essexit (59)	3·6	2·6	13·8	—10·2	2·862	2·915	
Theralith (63)	3·7	1·3	15·0	—11·3	2·917	2·940	

Die beiden Zahlenreihen stimmen ziemlich gut überein; nur bei den Peridotiten gibt Daly einen wesentlich niedrigeren Wert an. Dies kommt jedenfalls daher, daß er mehrere Serpentine in das Mittel aufnahm, die ich ausgeschlossen habe, da der Wassergehalt als Folge späterer Veränderung anzusehen ist. Der Unterschied bei Granodiorit und Tonalit rührt wohl daher, daß die verglichenen Gesteinsgruppen nicht völlig identisch sind.

Eine Aufklärung ist noch zu geben, wieso es kommt, daß die Kurve des spezifischen Gewichtes die eigentümliche hyperbolische Form hat, daß, in Worten ausgedrückt, das spezifische Gewicht mit der Abnahme der Größe $a-f$ anfangs langsamer, dann rascher ansteigt. Es liegt dies an der besonderen Art, wie Osann die Molekelgruppen zählt, die er zur Charakterisierung der chemischen Zusammensetzung der Gesteine verwendet. Die Molekelgruppen A, C und F haben einen sehr verschiedenen Gewichtswert, wie sich aus folgender Gegenüberstellung ergibt:

		Molekulargewicht
$A =$	$K_2O.Al_2O_3$	196·5
	$Na_2O.Al_2O_3$	164·2
$C =$	$CaO.Al_2O_3$	158·2
$F =$	CaO	72·
	MgO	40·36
	FeO	56

[1] Die eingeklammerte Zahl verweist auf die entsprechend bezeichnete Nummer in Daly's Publikation.

Man sieht, das Maß, nach dem A gezählt wird, ist drei- bis viermal so groß als jenes, nach dem F gezählt wird. Ein Gestein, für welches $A = F$ nach Osann'scher Zählung, also $a-f = 0$, der Mitte der Linie AF entsprechend, enthält dem Gewichte nach drei- bis viermal mehr Alkalitonerde als Monoxyde und muß demnach ein spezifisches Gewicht haben, das dem spezifischen Gewicht der Alkalifeldspate, respektive der Feldspatvertreter viel näher kommt als dem spezifischen Gewicht der durch F charakterisierten dunklen Gemengteile.

Man würde eine viel einfachere, fast lineare Beziehung zwischen der Stellung im Dreieck und dem spezifischen Gewicht erhalten, wenn bei der Zählung der Atomgruppen mehr auf atomistische Gleichartigkeit gesehen würde.

Ich berechnete aus der Analyse die Menge der Atomgruppen $AlK + AlNa = A_0$, $CaAl_2 = C_0$, $Ca_2 + Mg + Fe_2 = F_0$. Die Gewichte dieser Atomgruppen sind weniger stark untereinander verschieden, ob man nun die Metallatome in Rechnung stellt oder die entsprechenden Sauerstoffatome hinzuzählt.

$A_0 =$	KAl	66·25	$KAlO_2$	98·25
	$NaAl$	50·15	$NaAlO_2$	82·15
$C_0 =$	$CaAl_2$	110·2	$CaAl_2O_4$	158·2
$F_0 =$	Fe_2	111·8	$2\,FeO$	143·8
	Mg_2	48·72	$2\,MgO$	80·72
	Ca_2	80·2	$2\,CaO$	112·2

Unter Zugrundelegung der Größen A_0, C_0, F_0, beziehungsweise ihrer Verhältniszahlen

$$a_0 = \frac{A_0}{A_0 + C_0 + F_0} \quad c_0 = \frac{C_0}{A_0 + C_0 + F_0} \quad f_0 = \frac{F_0}{A_0 + C_0 + F_0}$$

erhält man eine Gruppierung der Analysenpunkte im Projektionsdreieck, welche der nach nach ACF (oder acf) ganz ähnlich ist, nur sind die Punkte alle etwas von F fort- und gegen A hingerückt. Die Verschiebung ist gering in der Nähe der Ecken A und F, sie ist am stärksten in der mittleren Region längs der Linie AF und nimmt gegen das C-Eck ab.

Bei der Berechnung der Größen $a_0\, c_0\, f_0$ und weiterhin der Differenz $a_0 - f_0$ sah ich von der ganz willkürlichen Multiplikation mit 20 ab, die Osann für seine Verhältniszahlen $a\, c\, f$ eingeführt hat. Dort glaubte ich sie beibehalten zu sollen, da sehr viele Analysen nach diesem Schema berechnet sind und der Vergleich mit anderen Angaben dadurch erleichtert wird Hier liegen noch keine mit diesem willkürlichen Faktor behafteten Angaben vor; daher glaubte ich hier die einfachere Rechnung beibehalten zu können. Die Zahlen $a_0\, c_0\, f_0$ sind echte Brüche und kleiner als 1. Um nicht überall die Null mitschleppen zu müssen, multipliziere ich mit 10 und gebe zwei Dezimalen, von denen die zweite nach der Natur der Angaben ganz unsicher ist.

Im Falle bei der Verrechnung der Alkalien auf Tonerde ein Tonerdeüberschuß bleibt, ist auch hier das Aluminium unter Zurechnung von einem Atom Wasserstoff zu A geschlagen.

Im folgenden gebe ich die Mittelwerte von $a_0 - f_0$ und des spezifischen Gewichtes.

$a_0 - f_0$	s	$a_0 - f_0$	s
Granit		**Alkaligranit**	
9·01	2·615	8·25	2·630
8·03	2·626		
7·03	2·650		
6·04	2·675		
5·09	2·691		
4·09	2·704		
2·83	2·723		
Tonalit		**Eläolithsyenit**	
3·63	2·711	8·23	2·594
0·81	2·789	5·57	2·68
—0·91	2·834		
Syenit		**Alkalisyenit**	
4·89	2·701	8·00	2·646
3·50	2·769	6·54	2·664
1·90	2·858	5·54	2·686
—1·90	2·926	4·74	2·729

Diorit	
4·39	2·751
2·70	2·803
—0·46	2·908
—1·09	2·933

Essexit	
2·00	2·858

Gabbro	
0·75	2·837
—1·28	2·917
—2·52	2·979
—4·00	3·025

Theralit	
0·07	2·940

Pyroxenit und Peridotit	
—8·33	3·307

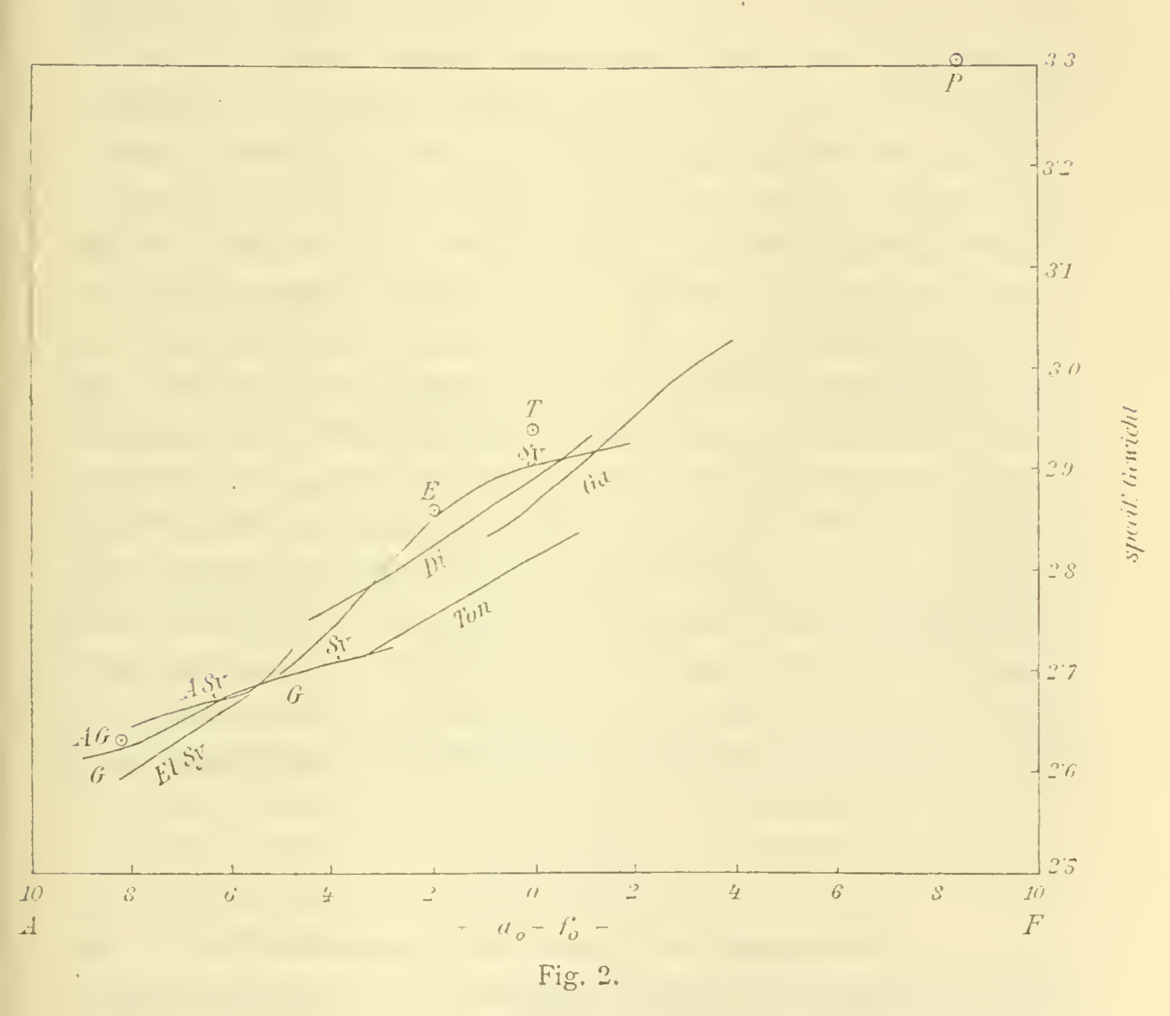


Fig. 2.

Die Fig. 2 zeigt das Liniensystem, das bei dieser Art der Berechnung herauskommt. Man bemerkt folgendes: Die spezifischen Gewichte von Eläolithsyenit, Essexit, Theralith und Peridotit liegen auf einer Geraden. Die spezifischen Gewichte der

alkalireichen (salischen) Granite liegen über dieser Linie, ebenso die der Alkalisyenite. Dagegen fallen die Gabbros, Diorite, normalen Syenite und am meisten die Tonalite unter diese Linie.

Die Granitlinie setzt sich unmittelbar in die Tonalitlinie fort. Bei der Abszisse $a_0 - f_0 = 2 \cdot 5$ liegen alle ermittelten Linien sehr nahe beisammen. Die mittlere Linie des spezifischen Gewichtes ist aber auch hier nicht geradlinig, sondern schwach gekrümmt. Dies rührt wohl davon her, daß die aus F hervorgehenden dunklen Gemengteile am salischen Ende spezifisch leichter sind (Biotit) als am femischen (Pyroxen, Olivin).

Die verschiedene Stellung der Normalreihe (Alkalikalkgesteine, pazifische Sippe) und der Alkaligesteine (atlantische Sippe) scheint bei dieser Darstellung besser zum Vorschein zu kommen, und zwar würden die meisten atlantischen Gesteinstypen mit Ausnahme der Eläolithsyenite ein höheres spezifisches Gewicht haben als die in bezug auf die Größe $a_0 - f_0$ gleichstelligen pazifischen Typen. Zum Teil ist das dadurch zu erklären, daß hier unter A auch solche Atomgruppen wie $NaFe'''O_2$ mitgezählt werden, die in die Alkalipyroxene und Alkalihornblenden eingehen, deren spezifisches Gewicht das der sonst aus A hervorgehenden Alkalifeldspate und Feldspatvertreter wesentlich übertrifft. Diese Erklärung des höheren spezifischen Gewichtes ist unmittelbar gegeben bei einigen Alkaligraniten, wo die Rechnung nach Osann zur Aufstellung dieser Atomgruppen geradezu nötigt. Für die femische Abteilung der atlantischen Typen führt die Rechnung nach Osann nicht notwendig zu dieser Atomgruppierung. Dennoch dürfte auch hier tatsächlich etwas Ähnliches stattfinden, d. h. die dunklen Gemengteile dürften reicher an Alkali sein und damit der in A zusammengefaßte Anteil des Gesteins zum Teil ein höheres spezifisches Gewicht erfordern als bei den Normaltypen. Ich habe schon in der Arbeit über atlantische und pazifische Sippe der Erstarrungsgesteine darauf hingewiesen, daß die femischen Glieder dieser Reihe oft einen anorthitreicheren Plagioklas führen, als man nach der geringen Größe von c vermuten würde. Dies kann so gedeutet werden, daß die Alkalien in Gesteinen mit unzureichendem Aluminiumgehalt nicht die gesamte, nach dem Schema ihnen zugerechnete

Menge von Tonerde binden, daß ein Teil des Aluminiums, an Kalk gebunden, zu Anorthitsubstanz wird und eine teilweise Bindung von Alkalien an Fe''' stattfindet. Die nach dem Schema berechnete Menge von A_0 enthält dann größere Anteile von Substanzen, die, in Alkalipyroxenen und -hornblenden steckend, höheres spezifisches Gewicht herbeiführen. Zu einem kleineren Anteil ist das wohl auch in der Normalreihe der Fall, indem die Alkalien, namentlich K, an Fe''' gebunden, im Biotit stecken. Die atlantischen Gesteine sind also unter anderem dadurch ausgezeichnet, daß ein größerer Anteil ihres Alkaligehaltes in spezifisch schweren Gemengteilen gebunden ist als bei den pazifischen Typen.

Die vorstehend mitgeteilten Mittelwerte des spezifischen Gewichtes der vollkrystallinen Erstarrungsgesteine sind nun in mehrfacher Hinsicht wichtig. Abgesehen von ihrer Verwendung als diagnostisches Merkmal bei der Bestimmung solcher Gesteine, deren chemische Zusammensetzung unbekannt ist, können sie nun auch mit Vorteil zur Prüfung des Volumgesetzes bei krystallinen Schiefern Verwendung finden. Dies soll an anderer Stelle geschehen. Hier genüge der Hinweis, daß z. B. von Gneisen, deren Abkunft von Erstarrungsgesteinen sichersteht und deren Analysen in Grubenmann, Kryst. Schiefer, 2. Aufl., p. 158, genannt sind, 14 ein höheres und 4 ein niedrigeres spezifisches Gewicht haben, als die Kurve für Granit erfordert. Von Eklogiten und Amphiboliten haben nach derselben Quelle 9 ein höheres, 5 ein niedereres Gewicht, als die Gabbrokurve verlangt und die negativen Abweichungen sind wesentlich kleiner als die positiven.

I. Granit.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Aplit. Kirnecktal. — An. von Unger. H. Rosenbusch, Steiger Schiefer, p. 279.
2. Lithionitgranit. Kl. Kornberg, Fichtelgebirge. — An. A. Böttger, F. Sandberger, Sb. Münch. Ak., XVIII, p. 466 (1888). — Wash., p. 152, Nr. 71.
3. Orrs Gully, Dargo, Victoria, Australien. Aplit. — An. A. W. Howitt. Transact. R. Soc. Victoria, 1887. — Wash., p. 172, Nr. 122. — Osann, Nr. 885.

4. Granit. Chywoon Morvah, Cornwall. — An. J. A. Phillips. J. J. H. Teall, Brit. Petr., p. 314 (1898). — Wash., p. 142, Nr. 1.
5. Schneeberg, Fichtelgebirge. Porphyrartiger Granit. Böttger, Mitt. pharm. Institut Erlangen, 1889. — Osann, Nr. 56.
6. Granit. Lestiware, Umptek, Finnland. — An. Berghell. W. Ramsay, Fennia, XI, p. 72 (1894). — Wash., p. 168, Nr. 86.
7. Granit. Botallack, Cornwall. — An. Phillips. J. J. H. Teall, Brit. Petr., p. 314 (1888). — Wash., p. 126, Nr. 17.
8. Meineckenberg, Harz. Porphyrartiger Granit. Hampe bei Lossen, Z. D. G. G., 1888. — Wash., p. 152, Nr. 70. — Osann, Nr. 29.
9. Granit. Gierniger Loch, Baden. — An. M. Dittrich. F. Schalek, G. Sp. K. Baden. Blatt Peterstal, p. 33 (1895). — Wash., p. 152, Nr. 67.
10. Granit. Griesbach, Peterstal. — An. Thürach. F. Schalch, G. Sp. K. Baden, Blatt Peterstal, p. 31 (1895). — Wash., p. 154, Nr. 17.
11. Reintal bei Taufers. Tonalit-Aplit. Analyse von Pfohl noch nicht publiziert.
12. Epprechstein, Fichtelgebirge. Granit. — Böttcher, Mitt. pharm. Inst. Erlangen, 1889. — Osann, Nr. 55.
13. Granit. Elk Peak, Castle Mountain, Montana. — An. L. V. Pirsson, Weed and Pirsson, B. U. S. G. S., *139*, p. 84 (1896). — Wash., 148, Nr. 31.
14. Rehberg, Harz. Granit. — C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 774.
15. Lithionit-Granit. Luisenburg, Fichtelgebirge. F. v. Sandberger, Sb. Münch. Akad., XVIII, p. 466 (1888). — Wash., p. 168, Nr. 94. Osann, Nr. 58.
16. Granit. Bad Vermillion Lake. — An. W. Lawson, A. P. Coleman, J. G., IV, p. 909 (1896). — Wash., p. 136, Nr. 2.
17. Granit. Hauzenberg. — An. Wittstein. Gümbel, Beschreib. des Ostbair. Grenzgebirges, p. 305.
18. Granit. Millstone Point, Connecticut. — An. H. T. Vulté, J. F. Kemp, B. G. S. A., X, p. 375 (1899). — Wash., p. 158, Nr. 9.
19. Meineckenberg, Ilsetal, Harz. Granit. — An. Schilling, C. W. C. Fuchs. N. J. Min., 1862, 775.
20. Granit. Maissau, Niederösterreich. — An. F. Mocker, T. M. P. M., *29*, p. 342 (1910).
21. Ilsetal, Gruhebeck, Harz. Granit. C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 775.
22. Ockertal, Ziegenrücken, Harz. Granit. — C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 778.
23. Granit. Melibocus. — Chelius, Notizblatt f. Erdkunde, Darmstadt, Heft 14 1893.
24. Reutberg bei Gefrees, Fichtelgebirge. Granit. — Böttger, Mitt. Pharm. Inst. Erlangen, 1889. — Osann, Nr. 54.
25. Ströhlenberg bei Redwitz, Fichtelgebirge. Granit. — Böttger, Mitt. Pharm. Inst. Erlangen, 1889. — Osann, Nr. 57.
26. Granit. Plaka, Laurion, Attika. — R. Lepsius, Geologie von Attika, p. 89 (1893). — Wash., p. 140, 12.
27. Granit. Conanicut Island, Rhode Island. — An. L. V. Pirsson, A. J. Sc., *46*, p. 373 (1893). — Wash., p. 158, Nr. 8.

28. Ilsetal, Meineckenberg, Harz. Granit. — C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 774.
29. Granit. Carmelo Bay, Californien. — An. J. Posada. A. C. Lawson, B. G. Dep. Univ. Cal., I, p. 16 (1893). — Wash., p. 188, Nr. 36.
30. Brockengipfel, Harz. Granit. — C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 773.
31. Granit. Mühlberg bei Steinau. — C. Chelius, N. J., 1884, II, p. 419. — Wash., p. 180, Nr. 68.
32. Granitit. Landsberg bei Barr. — H. Rosenbusch, Steiger Schiefer, 1877, p. 147.
33. Wengenwiese, Heuweg, Hessen. Granit. — An. F. W. Schmidt. C. Chelius, Erl. zur geol. Karte von Hessen, Bl. I, Roßdorf. — Wash., p. 138, Nr. 3. Enorm hoher SiO_2-Gehalt!
34. Gruhe, Harz. Granit-, orthoklas- und biotitreich, quarzarm. — An. Lorenz. Lossen, Jahrb. preuß. geol. L. A., 1890. — Osann, Nr. 33.
35. Sudbury, Ontario. Granit. — An.? T. L. Walker, Q. J. G. S., *53*, 56 (1897). — Wash., p. 218, Nr. 1.
36. Sudbury, Ontario. Granit. — An.? T. L. Walker, Q. J. G. S., *53*, 56 (1897). — Wash., p. 224, Nr. 1.
37. Laveline, Vogesen. Pyroxengranit. — An. Van Werveke. Merian, N. J. Min., B. B. III.

Tabelle I: Granit.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1	Kirnecktal (Aplit)	16·30	1·98	1·72	14·58	2·614
2	Kl. Kornberg	16·90	0·64	2·46	14·44	2·662
3	Orrs Gully (Aplit)	17·00	0	3·00	14·00	2·611
4	Chywoon Morvah	16·20	1·08	2·72	13·48	2·62
5	Schneeberg	15·64	1·54	2·82	12·82	2·669
6	Lestiware	14·32	3·46	2·22	12·10	2·59
7	Botallack	15·58	0·56	3·86	11·72	2·66
8	Meineckenberg	14·28	2·32	3·40	10·88	2·605
9	Gieringer Loch	14·70	1·48	3·84	10·86	2·602
10	Griesbach	14·68	1·46	3·86	10·82	2·624
11	Taufers (Aplit)	12·0	5·6	2·4	9·60	2·626
12	Epprechtstein	14·26	0·94	4·80	9·46	2·665
13	Elk Peak	13·56	1·02	5·42	8·14	2·62
14	Rehberg	13·04	1·84	5·12	7·92	2·60
15	Luisenburg	12·38	2·68	4·96	7·42	2·664
16	Bad Vermillion Lake	11·46	4·38	4·16	7·30	2·65
17	Hauzenberg	12·72	1·76	5·52	7·20	2·656
18	Millstone Point	12·40	2·40	5·20	7·20	2·66
19	Meineckenberg	12·12	2·62	5·26	6·86	2·56
20	Maissau	10·90	4·40	4·70	6·20	2·65
21	Gruhebeck	11·46	2·96	5·58	5·88	2·67
22	Ziegenrücken	11·22	2·76	6·02	5·20	2·619
23	Melibocus	9·82	4·94	5·24	4·58	2·677

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
24	Gefrees	10·54	3·30	6·16	4·38	2·668
25	Ströhlenberg	10·82	2·70	6·50	4·32	2·681
26	Plaka	9·10	5·86	5·04	4·06	2·680
27	Conanicut Island	10·00	3·82	6·18	3·82	2·690
28	Meineckenberg	9·66	4·40	5·94	3·72	2·58
29	Carmelobay	8·98	5·72	5·28	3·70	2·68
30	Brocken	10·60	2·00	7·40	3·20	2·62
31	Mühlberg	9·66	3·70	6·64	3·02	2·665
32	Barr	7·90	5·10	7·00	0·90	2·68
33	Wengenwiese	7·12	4·92	7·96	—0·84	2·667
34	Grube	8·80	0·62	10·58	—1·78	2·723
35	Sudbury	7·96	2·12	9·92	—1·96	2·724
36	Sudbury	7·16	2·94	9·90	—2·74	2·709
37	Laveline	6·0	1·0	13·0	—7·0	2·723

Aus dieser Tabelle leiten sich nun folgende Mittelwerte ab:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1—4	16·60	0·92	2·48	14·12	2·627
5—7	15·18	1·86	2·76	12·42	2·640
8—12	13·98	2·36	3·66	10·32	2·624
13—18	12·60	2·34	5·06	7·54	2·642
19—22	11·42	3·18	5·40	6·02	2·625
23—31	9·92	4·04	6·04	3·88	2·671
32—36	7·78	3·14	9·08	—1·30	2·701
37	6·0	1·0	13·0	—7·0	2·723

Der unregelmäßige Gang in der ersten Hälfte der Reihe liegt augenscheinlich an einigen sehr stark abweichenden Werten für das spezifische Gewicht, die aus der Reihe auffallend herausfallen und bei der geringen Zahl der verfügbaren Daten die Mittelzahlen ungünstig beeinflussen. Es sind das die auffallend hohen Zahlen, die für die an *F* sehr armen Fichtelgebirgsgranite angegeben werden, ferner einige auffallend niedere Zahlen für Granite aus dem Harz. Läßt man diese fünf extremen Werte weg[1] und vereinigt die erste und zweite Gruppe der voranstehenden Tabelle, so erhält man folgende Mittelwerte:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1—6	15·96	1·62	2·42	13·54	2·609
8—12	13·98	2·36	3·66	10·32	2·624
13—18	12·60	2·34	5·06	7·54	2·642
20—22	11·20	3·38	5·42	5·78	2·646
23—31	9·94	4·00	6·06	3·84	2·683
32—36	7·78	3·14	9·08	—1·30	2·701
37	6·0	1·0	13·0	—7·0	2·723

[1] Es sind die Nummern 2, 5, 7, 19 und 28 der Tabelle auf p. 279 und 280.

Nach einer vielfach geübten Methode kann man die erhaltenen Mittel noch verbessern, indem man, wenn $a\,b\,c$ drei aufeinander folgende Zahlen der Reihe bedeuten, statt b einsetzt $(a+2\,b+c):4$. Diese Ausgleichung, die ich indessen nur für die Größen $a-f$ und s ausgerechnet habe, gibt dann folgende Zahlenreihe:

$a-f$	13·54	10·42	7·80	5·74	3·06	—1·42	—7
s	2·609	2·625	2·638	2·654	2·678	2·702	2·723

Bei Berechnung der Analysen nach der neuen, im Text vorgeschlagenen Methode: $A_0 = R'AlO_2$, $C_0 = CaAl_2O_4$, $F_0 = R_2''O_2$ erhält man folgende Tabelle, in welcher die Summe von $a_0 + c_0 + f_0$ nicht 20 wie bei Osann, sondern 10 ist; auch hier ist der Überschuß von Al über die Alkalien unter Anrechnung von H zu A_0 geschlagen.

Tabelle II: Granit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1 (3)[1]	Orrs Gully	9·20	0·80	0	9·20	2·611
2	Kl. Kornberg	9·46	0·18	0·36	9·10	2·662
3 (1)	Kirneck	9·19	0·56	0·25	8·94	2·614
4	Chywoon Morvah...	9·29	0·31	0·40	8·89	2·62
5	Schneeberg	9·14	0·45	0·41	8·73	2·669
6 (7)	Botallack	9·28	0·16	0·56	8·72	2·66
7 (10)	Griesbach..........	8·96	0·44	0·60	8·36	2·624
8 (9)	Gieringer Loch	8·95	0·45	0·60	8·35	2·602
9 (6)	Lestiware..........	8·61	1·04	0·35	8·26	2·59
10 (8)	Meineckenberg	8·75	0·71	0·54	8·21	2·605
11 (12)	Epprechstein	8·95	0·30	0·75	8·20	2·665
12 (13)	Elk Peak	8·80	0·32	0·88	7·92	2·62
13 (14)	Rehberg	8·55	0·60	0·85	7·70	2·60
14 (17)	Hauzenberg	8·50	0·58	0·92	7·58	2·656
15	Luisenburg	8·29	0·88	0·83	7·46	2·664
16 (18)	Millstone Point	8·32	0·81	0·87	7·45	2·66
17 (11)	Taufers	7·80	1·81	0·39	7·41	2·626
18 (19)	Meineckenberg	8·22	0·89	0·89	7·33	2·56
19 (16)	Bad Vermillion Lake .	7·80	1·47	0·73	7·07	2·65
20 (21)	Gruhebeck	8·00	1·03	0·97	7·03	2·67
21 (22)	Ziegenrücken	7·98	0·94	1·08	6·90	2·619
22 (20)	Maissau	7·64	1·54	0·82	6·82	2·65
23 (25)	Ströhlenberg	7·85	0·97	1·18	6·67	2·681
24	Gefrees............	7·68	1·20	1·12	6·56	2·668

[1] Die eingeklammerte Ziffer bedeutet hier und in der Folge in den Tabellen über $a_0 c_0 f_0$ die Nummer in der vorhergehenden Tabelle der Größen $a\,c\,f$.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
25 (30)	Brocken	7·89	0·74	1·37	6·52	2·62
26 (27)	Conanicut	7·43	1·42	1·15	6·28	2·690
27 (23)	Melibocus	7·21	1·82	0·97	6·24	2·677
28	Meineckenberg	7·24	1·66	1·10	6·14	2·58
29 (31)	Mühlberg	7·32	1·40	1·28	6·04	2·665
30 (29)	Carmelobai	6·80	2·18	1·02	5·78	2·68
31 (34)	Grube	7·49	0·27	2·24	5·25	2·723
32	Barr	6·49	2·08	1·43	5·06	2·68
33 (26)	Plaka	5·92	2·82	1·21	4·76	2·68
34 (33)	Wengenwiese	6·13	2·12	1·75	4·38	2·667
35	Sudbury	6·45	1·33	2·22	4·23	2·709
36	Sudbury	6·56	1·03	2·41	4·15	2·724
37	Laveline	6·16	0·51	3·33	2·83	2·723

Aus dieser Tabelle ergeben sich durch Zusammenfassung folgende Mittelwerte:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1—6	9·26	0·41	0·33	8·93	2·639
7—14	8·76	0·55	0·69	8·07	2·620
15—25	7·95	1·12	0·93	7·02	2·643
26—30	7·20	1·70	1·10	6·10	2·658
31—33	6·65	1·72	1·63	5·02	2·694
34—36	6·38	1·49	2·13	4·25	2·700
37	6·16	0·51	3·33	2·83	2·723

Unter Weglassung derselben fünf extremen und abweichenden Zahlen erhält man folgende Zahlen:

1—4	9·23	0·56	0·21	9·01	2·615
7—14	8·76	0·55	0·69	8·07	2·620
15—25	7·92	1·14	0·94	6·98	2·651
26—30	7·19	1·70	1·11	6·08	2·678
31—33	6·65	1·72	1·63	5·02	2·694
34—36	6·38	1·49	2·13	4·25	2·700
37	6·16	0·51	3·33	2·83	2·723

und nach dem oben angegebenen Ausgleichsverfahren:

$a-f$	9·01	8·03	7·03	6·04	5·09	4·09	2·83
s	2·615	2·626	2·650	2·675	2·691	2·704	2·723

Diese Werte sind in Fig. 2 graphisch dargestellt.

II. Tonalit (Quarzglimmerdiorit und Quarzdiorit).

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Quarzglimmerdiorit von Zinsnock (Analyse von Pfohl noch nicht mitgeteilt).
2. Quarzglimmerdiorit. Ensay Omeo, Victoria. — An. A. W. Howitt, Tr. R. Soc. Vict., XXII, p. 99 (1886). — Wash., p. 230, Nr. 26.
3. Tonalit. Aviosee. — An. G. vom Rath, Z. D. G. G., XVI, p. 247 (1864). — Wash., 242, Nr. 102. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 167, Nr. 11.
4. Tonalit. Reinwald (Analyse von Pfohl noch nicht mitgeteilt).
5. Quarzaugitdiorit. Lampersdorf. — An. W. Hampe. E. Dathe, Jb. Pr. G. L. A., VII, p. 331 (1887). — Wash., 282, Nr. 87.
6. Quarzglimmerdiorit. Tambo River, Omeo, Victoria. — An. A. W. Howitt, Tr. R. Soc. Vict., XX, p. 31 (1884). — Wash., 230, Nr. 27.
7. Augittonalit. Ole Padde, Harz. — An. F. Steffen. K. A. Lossen, Jb. Pr. G. L. A., X, p. 290 (1892). — Wash., 226, Nr. 2.

Tabelle III: Tonalit.

Nr.		a	c	f	$a-f$	s
1	Zinsnock	5·90	6·40	7·70	— 1·80	2·668
2	Ensay	7·30	2·68	10·02	— 2·72	2·74
3	Aviosee	5·54	4·48	9·98	— 4·44	2·724
4	Reinwald	3·90	6·80	9·30	— 5·40	2·790
5	Lampersdorf ...	3·66	3·80	12·54	— 8·88	2·798
6	Tambo River ...	3·20	4·70	12·10	— 8·90	2·779
7	Ole Padde	2·66	3·84	13·52	—10·86	2·837

Aus dieser kleinen Tabelle lassen sich folgende Mittelzahlen ableiten:

Nr.	a	c	f	$a-f$	s
1—3	6·24	4·52	9·24	— 3·00	2·711
4—6	3·58	5·10	11·32	— 7·74	2·789
7	2·66	3·84	13·52	—10·86	2·837

Sie liefern eine fast gerade Linie, die etwas steiler als die Granitlinie aufsteigt.

Führt man hier die Zählung nach A_0, C_0, F_0 ein, so erhält man folgende Tabelle (die Reihenfolge bleibt fast ungeändert):

Tabelle IV: Tonalit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	Zinsnock	5·36	2·89	1·75	3·61	2·668
2	Ensay...........	6·55	1·20	2·25	4·30	2·74
3	Aviosee	5·39	2·18	2·43	2·96	2·724
4	Reinwald	4·06	3·52	2·42	1·64	2·790
5	Lampersdorf	4·20	2·18	3·62	0·58	2·798
6	Tambo River	3·74	2·74	3·52	0·22	2·779
7	Ole Padde	3·34	2·41	4·25	—0·91	2·837

Hieraus die Mittelzahlen:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1—3	3·77	2·09	2·14	3·63	2·711
4—6	4·00	2·81	3·19	0·81	2·789
7	3·34	2·41	4·25	— 0·91	2·837

III. Syenit.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Quarzmonzonit. San Miguel Peak, Telluride, Colorado. — An. H. N. Stokes. W. Cross, Telluride folio, U. S. G. S., p. 6 (1899). — Wash., p. 164. Nr. 47.
2. Dioritischer Syenit. Cottonwood Creek, Castle Mountains, Montana. — An L. V. Pirsson. Weed and Pirsson, B. U. S. G. S., 139, p. 88 (1896). — Wash., p. 260. Nr. 7. Einschluß in Granit.
3. Hornblendesyenit. Plauen'scher Grund bei Dresden. — An. H. S. Washington. Am. J., *22*, p. 132 (1906). Mittelzahlen.
4. Syenit. Lindenberg, Hessen. — An. F. W. Schmidt. C. Chelius, Erl. G. K. von Hessen. I. Bl. Roßdorf. p. 54 (1886). — Wash., p. 264. Nr. 3.
5. Hornblendesyenit. Biella. Piemont. — A. Cossa, Mem. Accad. d. sc. Torino (2), B. 18, p. 28. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 6.
6. Hornblendesyenit. Follmersdorf, Schlesien. — An. H. Traube, N. Jb., 1890. I, p. 212. — Wash., p. 222, Nr. 1.
7. Glimmersyenit. Neudeck, Schlesien. — An. H. Traube. N. H., 1890. I, p. 225. — Wash., p. 258, Nr. 36.
8. Syenit. Wachberg bei Droschkau, Schlesien. — An. H. Traube, N. Jb., 1890. I. p. 218. — Wash., p. 230, Nr. 19.
9. Hornblendesyenit. Piz Giuf, Etzlital, Schweiz. — An. F. Weber, Beitr. z. Geol. K. der Schweiz. N. F., Lief. 14. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 7.
10. Augitglimmersyenit mit Hornblende und rhombischem Pyroxen. North Fork des Turkey Creek, Jefferson County. Denver Bassin, Colorado, U. S. A. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 4.
11. »Monzonit«. Babcock Peak, La Plata Mountains. Colorado U. S. A. — An. H. N. Stokes. W. Cross. B. U. S. G. S., 168, p. 162 (1900). — Wash., p. 276, Nr. 37.
12. Pyroxensyenit. Gröba. Sachsen. — An. Wolfrum. Klemm, Geol. Karte von Sachsen, Sekt. Riesa-Strehla, 1889.
13. Hornblendesyenit. Reichenstein, Schlesien. — H. Traube, N. Jb., 1890, I. p. 206.

14. Hornblendesyenit mit Augit. Zwischen Niederhannsdorf und Neudeck, Niederschlesien. — An. H. Traube, N. Jb., 1890, I, p. 220. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 9.
15. Glimmersyenit. Gieringer Loch. — An. M. Dittrich. F. Schalch, Geol Sp. K. von Baden, Bl. Peterstal, p. 33 (1895). — Dunkler Teil eines gemischten Ganges. Lamprophyrisch, sehr biotitreich. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 3*a*.
16. Hornblendesyenit. Neudeck, Schlesien. — An. H. Traube, N. Jb., 1890, I, p. 222. — Wash., p. 230, N. 21.

Diese Analysen liefern folgende berechnete Werte:

Tabelle V: Syenit.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1	S. Miguel Peak	8·68	3·46	7·86	0·82	2·720
2	Cottonwood Creek	8·50	3·08	8·42	0·08	2·67
3	Plauen'scher Grund	7·52	2·82	9·66	— 2·14	2·730
4	Lindenberg	7·48	2·58	9·94	— 2·46	2·684
5	Biella	6·00	4·48	9·52	— 3·52	2·710
6	Follmersdorf	6·60	2·74	10·66	— 4·06	2·864
7	Neudeck	6·32	2·76	10·92	— 4·60	2·74
8	Waschberg	5·28	4·48	10·24	— 4·96	2·899
9	Piz Giuf	6·60	0·96	12·44	— 5·84	2·92
10	Turkey Creek	4·68	4·50	10·82	— 6·14	2·857
11	Babcock Peak	3·94	4·60	11·46	— 7·52	2·767
12	Gröba	4·32	3·80	11·88	— 7·56	2·867
13	Reichenstein	5·24	1·62	13·14	— 7·90	2·901
14	Nieder-Hannsdorf	4·40	2·74	12·86	— 8·46	2·952
15	Gieringer Loch	3·78	1·04	15·18	—11·40	2·696
16	Neudeck	2·18	3·38	14·42	—12·24	2·926

Diese Liste zeigt ein sehr starkes Schwanken der Werte von *s*, stärker als bei den Graniten; faßt man die gleichstelligen Punkte zusammen, so ergeben sich (mit Ausschluß von 12 und 15) folgende Mittelwerte:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1—5	7·64	3·28	9·08	— 1·44	2·703
6—9	6·20	2·74	11·06	— 4·86	2·817
11—15	4·56	3·36	12·08	— 7·52	2·869
16	2·18	3·38	14·42	—12·24	2·926

Nr. 15 erweist sich ganz aberrant. Nr. 12, das von normaler Syenitzusammensetzung so stark abweicht (Gröbatypus, Rosenbusch), daß Osann

dieses Gestein neuerlich gar bei Gabbro einreiht, und das deshalb vom Mittel ausgeschlossen wurde, reiht sich in die Linie ziemlich gut ein. Sehr auffallend sind die durchweg hohen Zahlen für das spezifische Gewicht der Gesteine des schlesischen Syenitgebietes. Im ganzen bekommt man den Eindruck, daß der Syenitbegriff noch mangelhaft definiert und schlecht begrenzt ist. Für viele Syenittypen fehlt es an guten Bestimmungen.

Bei Einführung der Werte A_0, C_0, F_0 ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle VI: Syenit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	S. Miguel Peak	6·99	1·41	1·60	5·39	2·720
2	Cottonwood Creek ..	6·99	1·27	1·74	5·25	2·67
3	Plauen'scher Grund..	6·63	1·24	2·13	4·50	2·730
4	Lindenberg	6·64	1·14	2·22	4·42	2·684
5 (6)[1]	Follmersdorf	6·20	1·29	2·51	3·69	2·864
6 (7)	Neudeck...........	6·05	1·33	2·62	3·43	2·74
7 (9)	Piz Giuf	6·48	0·47	3·06	3·42	2·764
8 (5)	Biella	5·66	2·10	2·24	3·42	2·710
9 (8)	Wachberg	5·23	2·22	2·55	2·68	2·899
10 (13)	Reichenstein	5·61	0·87	3·52	2·09	2·901
11 (10)	Turkey Creek	4·85	2·34	2·81	2·04	2·857
12	Gröba.............	4·71	2·06	3·23	1·48	2·867
13 (14)	Nieder-Hannsdorf ...	4·90	1·53	3·57	1·33	2·952
14 (11)	Babcock Peak	4·33	2·53	3·14	1·19	2·767
15	Gieringer Loch......	4·68	0·64	4·68	0	2·696
16	Neudeck	2·92	2·26	4·82	—1·90	2·926

Aus dieser Tabelle ergeben sich folgende Mittelzahlen, wobei die ganz aus der Reihe fallenden Nr. 13 und 15 ausgelassen wurden.

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1—4	6·81	1·27	1·92	4·89	2·701
5—8	6·10	1·30	2·60	3·50	2·769
9—14	4·95	2·00	3·05	1·90	2·858
16	2·92	2·26	4·82	—1·90	2·926

Unter Anwendung der Ausgleichsrechnung ergeben sich sodann die Werte:

a_0-f_0	4·89	3·45	1·35	—1·90
s	2·701	2·774	2·853	2·926

[1] Die in Klammern geschlossene Ziffer verweist auf Tabelle V.

Der Verlauf der Kurven für Syenit ist sonderbar und wenig verständlich. Man möchte vermuten, daß diese Gesteinsklasse noch nicht genügend geklärt ist. Vielleicht liegt es auch an der Auswahl der Analysen, daß die sonst hervortretende Regelmäßigkeit hier gestört ist. Granittonalit, Diorit, Gabbro liefern sehr regelmäßige Kurven, die in fast parallelem Verlauf, staffelartig übereinander gelagert, einer im ganzen konvex gegen die Abszissenachse verlaufenden Kurve entsprechen. Die Syenitkurve fährt durch diese Linien mit entgegengesetzter Krümmung durch.

IV. Diorit.

Verzeichnis der benutzten Dioritanalysen.

1. Augitdiorit. Sultan Mountain, San Juan County, Colorado. — An. L. G. Eakins. W. Cross, B. U. S. G. S., 148, p. 180 (1897). — Wash., p. 182, Nr. 5.
2. Diorit. Brush Creek, Elk Mountains, Colorado. — An. L. G. Eakins. W. Cross, B. U. S. G. S., 150, p. 242 (1898). — Wash., 234, Nr. 27.
3. Diorit. Robinson, Castle Mountains, Montana. — An. L. V. Pirsson. Weed and Pirsson, B. U. S. G. S., 139, p. 90 (1896). — Wash., p. 272 Nr. 12.
4. La Plata Mountains, Colorado. Diorit. — An. W. F. Hillebrand. W. Cross, B. U. S. G. S., 168, p. 162 (1900). — Wash., p. 262, Nr. 16.
5. Diorit. Lichtenberg, Odenwald. Chelius, Notizbl. f. Erdkunde, Darmstadt. — Osann, Nr. 422.
6. Diorit. Schwarzenberg bei Barr, Elsaß. — An. Van Werveke. Rosenbusch, Steiger Schiefer, p. 334 (1877).
7. Augitdiorit. Stony Mountain, Ouray County, Colorado. — An. L. G. Eakins. W. Cross, B. U. S. G. S., 148, p. 180 (1897). — Wash., 288, Nr. 16.
8. Diorit. Navigation Creek, Noyang, Victoria. — An. A. W. Howitt, Tr. R. Soc. Vict., XX, p. 53 (1884). — Wash., p. 282, Nr. 103.
9. Diorit. Liensberg bei St. Lorenzen, Tirol. — An. Th. Panzer. Dr. Lutz, Programm Gymn. von Landskron, 1908.
10. Glimmerdiorit. Campo Major, Alemtejo, Portugal. A. Merian, N. H. B. B. III, p. 296 (1885). — Wash., p. 280, Nr. 73. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 166, Nr. 8.
11. Dioritische Schliere im Tonalit der Rieserferner. Reinwald. Hier mitgeteilt.
12. Augitdiorit. Dalnaja gora. Südural. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 167, Nr. 20.
13. Diorit, ärmer an Feldspat, reicher an Hornblende. Schwarzenberg bei Barr, Unter-Elsaß. — An. Unger. — H. Rosenbusch. Steiger Schiefer, 1877, p. 330; Elem., 3. Aufl., p. 166, Nr. 15*a*.

Tabelle VII: Diorit.

Nr.		a	c	f	a—f	s
1	Sultan Mt.	7·04	5·32	7·64	— 0·60	2·75.
2	Brush Creek	5·60	4·90	9·50	— 3·90	2·79
3	Robinson	5·40	3·80	10·80	— 5·40	2·83
4	La Plata Mt.	5·26	2·80	11·94	— 6·68	2·79
5	Lichtenberg	2·96	4·40	12·64	— 9·78	2·967
6	Schwarzenberg	2·78	4·64	12·58	— 9·80	2·856
7	Stony Mountain	2·66	4·54	12·80	—10·14	2·891
8	Navigation Creek	3·36	3·02	13·62	—10·26	2·893
9	Lorenzen	2·80	3·90	13·30	—10·50	2·865
10	Campo Major	3·04	3·24	13·72	—10·68	2·892
11	Reinwald	2·6	3·4	14·0	—11·4	2·917
12	Dalnaja gora	3·16	2·20	14·64	—11·48	2·988
13	Schwarzenberg	2·74	2·98	14·28	11·54	2·950

Aus dieser Tabelle folgen die hier angegebenen Mittelzahlen:

Nr.	a	c	f	a—f	s
1	7·04	5·32	7·64	— 0·60	2·751
2—4	5·42	3·84	10·74	— 5·32	8·803
5—13	2·90	3·60	13·50	—10·60	2·913

Bei der Umrechnung auf die Größen $A_0\, C_0\, F_0$ ergibt sich folgende

Tabelle VIII: Diorit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	$a_0—f_0$	s
1	Sultan Mt.	6·05	2·29	1·66	4·39	2·751
2	Brush Creek	5·36	2·36	2·28	3·08	2·79
3	Robinson	5·40	1·90	2·70	2·70	2·83
4	La Plata Mt.	5·45	1·45	3·10	2·35	2·79
5 (8)	Navigation Creek	4·06	1·83	4·11	—0·05	2·893
6 (5)	Lichtenberg	3·62	2·66	3·72	—0·10	2·967
7 (6)	Schwarzenberg	3·37	2·81	3·82	—0·45	2·856
8 (10)	Campo Major	3·76	2·00	4·24	—0·48	2·892
9 (12)	Dalnaja gora	4·00	1·39	4·61	—0·61	2·988
10 (9)	Lorenzen	3·48	2·41	4·11	—0·63	2·865
11 (7)	Stony Mt.	3·27	2·79	3·94	—0·67	2·891
12 (13)	Schwarzenberg	3·50	1·92	4·58	—1·08	2·950
13 (11)	Reinwald	3·36	2·38	4·46	—1·10	2·917

Aus dieser Tabelle ergeben sich folgende Mittelwerte:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	6·05	2·29	1·66	4·39	2·751
2—4	5·40	1·90	2·70	2·70	2·803
5—11	3·64	2·26	4·10	—0·46	2·908
12. 13	3·43	2·05	4·52	—1·09	2·933

V. Gabbro.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Gabbro N vom Torfhaus. — Streng, N. J., p. 963 u. 975.
2. Gabbrofacies von Monzonit. Ophir Needles, Telluride, Colorado. — An. H. N. Stokes. W. Cross, B. U. S. G. S., 168, p. 163 (1900). — Wash., p. 234, Nr. 28.
3. Gabbro. Mount Hope, Baltimore. — An. Mc. Cay. G. Williams, Bull. U. S. G. S., 28 (1886). — Osann, 604; Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 180, Nr. 4.
4. Gabbro. Nahant, Essex County, Massachusetts. — An. H. S. Washington, J. G., VII, p. 63 (1899).
5. Norit, bei Ivrea. — An. M. Dittrich. Frank Van Horn, T. M. P. M., XVII, p. 404 (1898). — Wash., p. 292, Nr. 50.
6. Orthoklasgabbro. Duluth, Minnesota. — An. A. Winchell, A. G., XXVI, p. 293 (1900). — Wash., p. 272, Nr. 8.
7. Bändergabbro, lichtes Band. Druim an Eidhne, Insel Skye. — An. J. H. Player. Geikie and Teall, Q. J. G. S. L. — Wash., p. 290, Nr. 38.
8. Biotitaugitgabbro. Harzburg, Ocker. — An. Haefeke. A. W. Lossen, Jb. pr. G. L. A., 1891. — Osann. Nr. 41.
9. Olivingabbro. Pigeon Point, Minnesota. — An. W. F. Hillebrand. W. S. Bayley, A. J. Sc., XXXVII, p. 61 (1889). — Wash., p. 286, Nr. 10.
10. Olivingabbro. Loisberg, Niederösterreich. — A. Beauregard. E. Ludwig, T. M. P. M., I, p. 369. — F. Becke, ebenda, III, p. 353 (1882).
11. Olivingabbro. Birch Lake, Minnesota. — An. H. N. Stokes. A. N. Winchell, A. G., XXVI, p. 181 (1900). — Wash., p. 288, Nr. 14.
12. Gabbro. Sec. 26, T 64 N, R 8 W, Minnesota. — An. W. H. Melville. W. S. Bayley, J. G., III, p. 10 (1895). — Wash., p. 332, Nr. 26.
13. Gabbro. Molkenhaus, Harz. — A. Streng, N. Jb. f. Min., 1862, p. 969.
14. Gabbro. Radautal, Steinbruch. — A. Streng, N. Jb. f. Min., 1862, p. 966. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 180, Nr. 2.
15. Gabbro. Mittleres Eckertal, Harz. — A. Streng, N. Jb. f. Min., 1862, p. 964.
16. Gabbrodiorit. Pikesville, Baltimore County, Maryland. — An. L. Mc. Cay. G. H. Williams, B. U. S. G. S., *28*, p. 37 (1886). — Wash., p. 336, Nr. 2.

17. Norit. Oak Grove, NO-Maryland. — Rosenbusch, Elem.. 3. Aufl., p. 180. Nr. 11.
18. Gabbro. Ettersberg. Harz. — A. Streng, N. Jb. Min., 1862, p. 963, p. 975.
19. Gabbro. Wilmurt Lake, Hamilton County, New York. — An. C. H. Smyth jr. A. J. S., XLVIII, p. 61 (1894). — Wash., p. 330, Nr. 8.
20. Hornblendegabbro. Pavone bei Ivrea. — An. M. Dittrich. F. van Horn, T. M. P. M., XVII, p. 414 (1894). — Wash., p. 346, Nr. 5.
21. Gabbrodiorit. Windsor road. Baltimore, Maryland. — An. L. Mc. Cay. G. H. Williams, B. U. S. G. S., *28*, p. 39 (1886). — Wash., p. 330, Nr. 14.
22. Gabbro. Lincoln Pond, Essex County. New York. — An. G. Steiger. J. F. Kemp. 19. A. R. U. S. G. S., III, p. 407 (1899). — Wash., p. 318, Nr. 8.
23. Hornblendegabbro. Seal Ledge, Monhegan Island, Maine. — An. E. C. E. Lord, A. G., XXVI, p. 340 (1900). — Wash., p. 328, Nr. 4.
24. Biotitaugitgabbro. Kunstmannstal, Harz. — An. Steffen. K. A. Lossen, Jb. pr. G. L. A., 1890. — Osann, Nr. 40.
25. Gabbro. Harzburg. Molkenhaus. — An. Fischer. Martin, Jb. pr. G. L. A., 1889. — Osann, 540.
26. Gabbro (Augitnorit). Eriyur, South Arcot. Indien. — An. P. Brühl. T. H. Holland, Rec. G. S. Ind., XXX. p. 28 (1897). — Wash., p. 354, Nr. 4.
27. Gabbro (dunkles Band). Druim an Eidhne, Insel Skye. — An. J. H. Player. Geikie and Teall. Q. J. G. S. L., p. 653 (1894). — Wash., p. 358, Nr. 1.

Tabelle IX: Gabbro.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1	Torfhaus	3·62	6·76	9·62	— 6·00	2·82
2	Ophir Needles	4·00	4·68	11·32	— 7·32	2·86
3	Mt. Hope	2·10	7·60	10·30	— 8·20	3·004
4	Nahant	2·16	5·76	12·08	— 9·92	3·058
5	Ivrea (Norit)	2·26	5·20	12·54	—10·28	2·939
6	Duluth (Orth.-Gabbro)	3·10	3·50	13·40	—10·30	2·83
7	Insel Skye (hell)	2·18	5·00	12·82	—10·64	2·91
8	Harzburg-Ocker	2·48	4·12	13·40	—10·92	2·897
9	Pigeon Point (Oliv.-G.)	1·92	5·20	12·88	—10·96	2·923
10	Langenlois (Oliv.-G.)	1·00	6·54	12·46	—11·46	3·017
11	Birch Lake (Oliv.-G.)	1·62	5·08	13·30	—11·68	2·89
12	Sec. 26 Minnesota	1·76	4·78	13·46	—11·70	2·967
13	Molkenhaus	0·90	5·70	13·40	—12·50	2·95
14	Radautal, Steinbr.	1·46	4·40	14·14	—12·68	3·02
15	Eckertal	1·90	3·46	14·64	—12·74	3·00
16	Pikesville (Gabbrodiorit)	0·68	5·72	13·60	—12·92	2·996
17	Oak Grove (Norit)	0·30	6·42	13·28	—12·98	2·980

Nr.		a	c	f	$a-f$	s
18	Ettersberg	1·04	4·72	14·24	—13·20	2·99
19	Wilmurt Lake	1·14	4·46	14·40	—13·26	3·097
20	Pavone (Ho.-Gabbro)	0·94	4·76	14·30	—13·36	3·182
21	Windsor road (Gabbrodiorit)	0·84	4·24	14·92	—14·08	3·069
22	Lincoln Pond	1·66	2·38	15·96	—14·30	3·090
23	Seal Ledge (Ho.-G.)	1·16	3·36	15·48	—14·32	3·04
24	Kunstmannstal (Bi.-Au.-G.)	0·98	3·08	15·94	—14·96	2·996
25	Molkenhaus	1·10	2·66	16·24	—15·14	3·041
26	Eriyur	0·48	2·12	17·44	—16·96	3·09
27	Insel Skye (dunkel) Übergang zu Pyroxenit	0·40	2·10	17·50	—17·10	3·36

Aus Tabelle IX leiten sich folgende Mittelwerte ab:

Nr.	a	c	f	$a-f$	s
1, 2	3·82	5·72	10·46	— 6·64	2·84
3—9	2·32	5·20	12·48	—10·16	2·946
10—17	1·20	5·26	13·54	—12·34	2·977
18—25	1·11	3·71	15·18	—14·07	3·066

Die extremen Werte 26 und 27 sind hier ausgelassen; 26 gibt einen relativ niedrigen Wert für s, 27 einen extrem hohen; das Gestein wäre vielleicht richtiger schon zum Pyroxenit zu rechnen. Die Mittelwerte liegen auf einer etwas geknickten Linie. Wendet man das Ausgleichsverfahren an, so erhält man:

$a-f$	—6·64	—9·82	—12·23	—14·07
s	2·84	2·927	2·991	3·066

Die Berechnung nach $A_0 C_0 F_0$ ergibt folgende Tabelle:

Tabelle X: Gabbro.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	Torfhaus	3·84	3·60	2·56	1·28	2·82
2	Ophir Needles	4·36	2·55	3·09	1·27	2·860
3 (6)	Duluth	3·78	2·14	4·08	—0·30	2·83
4 (3)	Mt. Hope	2·47	4·49	3·04	—0·57	3·044
5 (4)	Nahant	2·68	3·58	3·74	—1·06	3·058
6 (8)	Harzburg-Ocker	3·15	2·61	4·24	—1·09	2·897
7 (5)	Ivrea	2·82	3·24	3·94	—1·12	2·939
8 (7)	Insel Skye	2·78	3·17	4·05	—1·27	2·91

Nr.		a_0	c_0	f_0	$a_0—f_0$	s
9	Pigeon Point	2·48	3·37	4·15	—1·67	2·923
10 (12)	Sec. 26 Minnesota.	2·34	3·19	4·47	—2·13	2·967
11	Birch Lake.......	2·16	3·39	4·45	—2·29	2·89
12 (15)	Eckertal	2·61	2·37	5·02	—2·41	3·00
13 (14)	Radautal.........	2·04	3·05	4·91	—2·87	3·02
14 (10)	Langenlois.......	1·36	4·41	4·23	—2·87	3·017
15 (22)	Lincoln Pond.....	2·42	1·74	5·84	—3·42	3·090
16 (13)	Molkenhaus......	1·26	4·01	4·73	—3·47	2·95
17 (19)	Wilmurt Lake	1·64	3·19	5·17	—3·53	3·097
18	Ettersberg	1·49	3·38	5·13	—3·64	2·99
19 (20)	Pavone	1·37	3·43	5·20	—3·83	3·182
20 (16)	Pikesville	0·99	4·10	4·91	—3·92	2·996
21 (23)	Seal Ledge.......	1·73	2·51	5·76	—4·03	3·04
22 (21)	Windsor road	1·26	3·16	5·58	—4·32	3·069
23 (17)	Oakgrove	0·45	4·71	4·84	—4·39	2·980
24 (25)	Harzburg	1·70	2·04	6·26	—4·56	3·041
25 (24)	Kunstmanntal	1·51	2·36	6·13	—4·62	2·996
26	Eriyur	0·81	1·79	7·40	—6·59	3·09
27	Insel Skye	0·70	1·80	7·50	—6·80	3·36

Aus Tabelle X leitete ich folgende Mittelwerte ab:

A. Unter Benutzung sämtlicher Werte (mit Ausnahme von 26 und 27).

Nr.	a_0	c_0	f_0	$a_0—f_0$	s
1—3	3·99	2·77	3·24	+0·75	2·837
4—8	2·73	3·41	3·86	—1·13	2·962
9—14	2·10	3·28	4·62	—2·52	2·979
15—20	1·53	3·31	5·16	—3·63	3·051
21—25	1·33	2·96	5·71	—4·38	3·025

Diese Mittelwerte zeigen keinen sehr regelmäßigen Gang. Das spezifische Gewicht springt bei der zweiten und dritten Horizontalreihe über die mittlere Reihe hinaus. Dies wird durch die extrem hohen Werte von 4, 5 und 19 verursacht. Läßt man diese beiseite, so erhält man folgende Mittelwerte:

Nr.	a_0	c_0	f_0	$a_0—f_0$	s
1—3	3·99	2·77	3·24	+0·75	2·837
4—8	2·81	3·10	4·09	—1·28	2·917
9—14	2·10	3·28	4·62	—2·52	2·979
15—25	1·44	3·12	5·44	—4·00	3·025

Diese Mittelwerte liegen nun so angenähert an einer Geraden, daß eine weitere Ausgleichung überflüssig erscheint. Allerdings kann man einwenden,

daß die Ausscheidung solcher herausspringender Daten einigermaßen willkürlich sei. Die Aufklärung des auffallenden Tatbestandes muß hier von zukünftigen Untersuchungen erwartet werden. Namentlich der Fall des Hornblendegabbro von Pavone Nr. 19 gibt zu denken. Hier ist eine ziemlich tonerdereiche und alkalienführende Hornblende reichlich vorhanden. Bei der Verrechnung nach Osann werden Alkalien und Tonerde als Feldspatbasen berechnet, während diese Substanzmengen tatsächlich als femische Bestandteile mit hohem spezifischem Gewicht vorhanden sind. Das sind Schwierigkeiten, die bei jeder Art von schematischer Berechnung von Gesteinsanalysen zutage treten. Außerdem liegt der Hornblendegabbro von Pavone im alpinen Gebiet (Ivreazone). Ist nicht etwa hier auch eine Verdichtung durch Metamorphose eingetreten? Lauter Fragen, die hier auftauchen, aber hier nicht gelöst werden können.

VI. Pyroxenite und Peridotite.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Gabbropyroxenit. Burnt Head. Monhegan Island, Maine. — An. E. C. E. Lord, A. G., XXVI, p. 340 (1900). — Wash., p. 358, Nr. 1.
2. Glimmerperidotit. Kaltes Tal, Harz. — Hampe, An. Koch, Z. D. G. G., *41*, p. 165 (1889).
3. Dunkles Band in Gabbro. Druim an Eidhne, Insel Skye, Schottland. — An. J. H. Player. Geikie and Teall, Q. J. G. S. L., p. 353 (1894). — Wash., p. 358, Nr. 1.
4. Augitperidotit. Montrose Point, Cortlandt, New York. — An. W. H. Emmerson. G. H. Williams. A. J. S., XXXI, p. 40 (1886). — Wash., p. 358, Nr. 1.
5. Wehrlit. Red Bluff, Montana. — An. L. G. Eakins. G. P. Merrill, Pr. U. S. Nat. Mus., XVII, p. 652 (1895). — Wash., 354, Nr. 1; Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 8.
6. Hornblendepikrit. North Meadow Creek, Montana. — An. L. G. Eakins. G. P. Merrill, Pr. U. S. Nat. Mus., XVII, p. 655 (1895). — Wash., p. 354, Nr. 2; Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 6.
7. Lherzolith. Baldissero. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 15.
8. Pyroxenit. Johnny Cake Road, Baltimore County, Maryland. — An. J. E. Whitefield. G. H. Williams, A. G., VI, p. 41 (1890). — Wash., p. 366, Nr. 1.
9. Granatolivinfels. Gordunatal, Tessin. — An. Hezner. Grubenmann Kryst. Schiefer. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 21.
10. Enstatitpyroxenit. Central Marico District, Transvaal, Südafrika. — An. J. A. L. Henderson, In. Diss., Leipzig, p. 39 (1898). — Wash., p. 366, Nr. 3.
11. Websterit. Hebbville n. Baltimore, Maryland. — An. T. M. Chatard, G. H. Williams, A. G., VI, p. 42 (1890); B. U. S. G. S., *148*, p. 84 (1897). — Wash., p. 366, Nr. 1.

12. Saxonit. St. Pauls-Felsen, Atlantischer Ozean. — An. L. Sipöcz. J. J. H. Teall, Brit. Petrography, 1888, p. 103. — Wash., p. 472, Nr. 29.
13. Dunit. Dun Mountains bei Nelson, Neuseeland. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 17.

Tabelle XI: Pyroxenit (Py) und Peridotit (Pe).

Nr.		a	c	f	$a-f$	s
1	Burnt Head, Py	0·80	1·70	17·50	—16·70	3·28
2	Kaltes Tal, Pe	1·42	0·18	18·40	—16·98	3·276
3	Insel Skye, Py......	0·40	2·10	17·50	—17·10	3·36
4	Montrose Point, Pe ..	0·62	0·92	18·46	—17·84	3·30
5	Red Bluff, Pe	0·78	0·44	18·78	—18·00	3·37
6	N. Meadow Creek, Pe	0·02	0·94	19·04	—19·02	3·35
7	Baldincro, Pe.......	0	0·78	19·22	—19·22	3·269
8	Johnny Cake road, Py	0	0·72	19·28	—19·28	3·318
9	Gordunatal, Pe	0	0·6	19·4	—19·4	3·30
10	C. Marico Distr., Py .	0	0·50	19·50	—19·50	3·297
11	Hebbville, Py.......	0	0·24	19·76	—19·76	3·301
12	St. Pauls-Felsen, Pe..	0	0·18	19·82	—19·82	3·287
13	Dun Mountains, Pe..	0	0	20	—20	3·295

Trägt man die $a-f$ und s in ein Koordinatennetz ein, so läßt sich ein Ansteigen des s mit dem Wachsen der negativen Differenz $a-f$ nicht konstatieren. Auch lassen sich Pyroxenite und Peridotite nach dem spezifischen Gewicht nicht sondern. Die Zahlen laufen vielmehr durcheinander. Es bleibt also nur übrig, über die ganze Gruppe das Mittel zu nehmen, welches ergibt:

a	c	f	$a-f$	s
0·32	0·68	19·00	—18·68	3·307

Der Mittelwert des spezifischen Gewichtes ist höher als der von Daly angegebene (3·176), ohne Zweifel, weil Daly auch viele Serpentine ins Mittel eingerechnet hat. In der obigen Tabelle sind nur Peridotite mit kleinem Wassergehalt aufgenommen worden.

Die Rechnung nach $A_0 C_0 F_0$ gibt hier keine starken Verschiebungen mehr, da A und C durchweg sehr klein sind. Der Konsequenz zuliebe wurde dennoch die Rechnung durchgeführt und ergab folgende Tabelle:

Tabelle XII: Pyroxenit (Py) und Peridotit (Pe).

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1 (2)	Kaltes Tal, Pe	2·32	0·15	7·53	— 5·21	3·276
2 (1)	Burnt Head, Py ...	1·32	1·40	7·28	— 5·96	3·28
3	Insel Sky, Py	0·70	1·80	7·50	— 6·80	3·36
4 (5)	Red Bluff, Pe	1·36	0·39	8·25	— 6·89	3·37

Nr.		a_0	c_0	f_0	$a_0 - f_0$	s
5 (4)	Montrose Point, Pe	1·07	0·81	8·12	— 7·05	3·30
6	N. Meadow Creek, Pe	0·04	0·90	9·06	— 9·02	3·35
7	Baldinero, Pe	0	0·73	9·27	— 9·27	3·269
8	Johnny Cake Road, Py	0	0·69	9·31	— 9·31	3·318
9	Gordunotal, Pe	0	0·58	9·42	— 9·42	3·30
10	C. Marico Distr., Py	0	0·49	9·51	— 9·51	3·297
11	Hebbville, Py	0	0·22	9·78	— 9·78	3·301
12	St. Pauls-Felsen, Pe	0	0·17	9·83	— 9·83	3·287
13	Dun Mountain, Pe	0	0	10	—10	3·295

Hieraus die Mittelzahlen:

a_0	c_0	f_0	$a - f_0$	s
0·52	0·63	8·85	—8·33	3·307

VII. Alkaligranit.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Hornblendegranit. Rockport, Cape Ann, Massachusetts. — An. H. S. Washington, J. G., VI, p. 793 (1898). — Wash., p. 144, Nr. 6.
2. Granit. Brooklyn Quarry, Stony Creek, Connecticut. — An. H. T. Vulté. J. F. Kemp, B. G. S. A., X, 375 (1899). — Wash., p. 146, Nr. 14.
3. Riebeckitgranit. Hardwicke Quarry, Cape Anne, Quincy. — H. S. Washington, Am. J. Sc., VI, p. 181 (1898). — Wash., p. 144, Nr. 11.
4. Riebeckitgranit. Ekona, Sungalekrater, Kamerun. — Angeführt in Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 86, Nr. 10.
5. Sodagranit. Pigeon Point, Minnesota. — An. W. F. Hillebrand, W. S. Bayley, A. J. Sc., XXXVII, p. 59 (1889).
6. Alkaligranitit. Drammen. — Angeführt bei Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., 586, Nr. 3.

Tabelle XIII: Alkaligranit.

Nr.		a	c	f	$a - f$	s
1	Rockport	16·30	0·42	3·28	13·02	2·618
2	Stony Creek	14·42	1·78	3·80	10·62	2·640
3	Quincy	14·18	0	5·82	8·36	2·641
4	Kamerun[1]	14	0	6	8·0	2·622
5	Pigeon Point	12·58	1·18	6·24	6·34	2·620
6	Drammen[1]	12·5	0	7·5	5·0	2·636

[1] Rechnung von Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 237.

Die Eintragung dieser nicht sehr zahlreichen Werte in das Koordinatennetz läßt eine Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes von $a-f$ nicht hervortreten. Die Zahlen für s liegen etwas unter der Mittellinie für Granit. Faßt man alle Zahlen zu einem Mittel zusammen, so ergibt sich:

a	c	f	$a-f$	s
14·00	0·56	5·44	8·56	2·630

Dieser Wert fällt ziemlich genau auf die Granitlinie.

Es scheint also, daß Alkaligranite und Alkalikalkgranite sich durch ihr spezifisches Gewicht nicht wesentlich unterscheiden, wenn die Analysen nach Osann berechnet werden.

Bei Berechnung nach $A_0 C_0 F_0$ ergibt sich:

Tabelle XIV: Alkaligranit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	Rockport	9·39	0·12	0·49	8·90	2·618
2 (3)	Quincy	9·40	0	0·60	8·80	2·642
3 (2)	Stony Creek	8·85	0·56	0·59	8·26	2·640
4 (5)	Pigeon Point	8·88	0·42	0·70	8·18	2·620
5 (4)	Kamerun	9·03	0	0·97	8·06	2·622
6	Drammen	8·65	0	1·35	7·30	2·636

Das Mittel hieraus ergibt:

	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
	9·03	0·18	0·78	8·25	2·630

Das Mittel aller Zahlen sowie die meisten einzelnen Punkte liegen hier über der für Granit berechneten Mittellinie.

VIII. Alkalisyenite.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Nordmarkit. Tonsenas. — An. P. Jannasch. H. O. Lang, Nyt Mag., XXX, p. 40 (1886). — Wash., p. 194, Nr. 11.
2. Augitsyenit. Loon Lake, Franklin Cty., New York. — An. E. W. Morley. H. P. Cushing, B. G. S. A., X, p. 183 (1899). — Wash., p. 198, Nr. 4. (Das spezifische Gewicht ist auffallend hoch.)
3. Pulaskit. Fourche Mountain, Arkansas. — An. R. N. Brackett. J. F. Williams, A. R. G. S. Ark., 1890, II, p. 70. — Wash., p. 198, Nr. 6.
4. Umptekit. Cabo Frio. — F. E. Wright, T. M. P. M., *20*, p. 248 (1901).
5. Akerit. Gloucester, Essex Cty., Massachusets. — H. S. Washington, J. G., VI, p. 798 (1898). — Wash., p. 158, Nr. 7.

6. Syenit. Silver Cliff. Colorado. — L. G. Eakins. W. Cross. Pr. Col. Sc. Soc., II, p. 240 (1887); 17. A. R. U. S. G. S., II, p. 281 (1896). — Wash., p. 256, Nr. 15.
7. Syenit. Near Tirbircio Gulch, La Plata Mountains. Colorado. — An. H. N. Stokes. W. Cross. B. U. S. G. S., Nr. 168, p. 162 (1900). — Wash., p. 256, Nr. 16.
8. Syenit. Elliot Cty., Kentucky. — An. T. M. Chatard. J. S. Diller. A. J. Sc., XXXII, p. 125 (1886). — Wash., p. 254, Nr. 2.
9. Pulaskit. Cabo Frio. — F. E. Wright, T. M. P. M., *20*, p. 243 (1901).
10. Akerit. Vettakollen. — An. P. Jannasch. H. O. Lang, Nyt Magazin. XXX, p. 40 (1889); Brögger. Z. K., XVI. p. 50 (1890). — Wash., p. 262, Nr. 23.
11. Umptekit. Beverley, Essex County, Massachusetts. — An. F. E. Wright, T. M. P. M., XIX, p. 318 (1900). — Wash., p. 250. Nr. 1.

Tabelle XV: Alkalisyenit.

Nordmarkit N. Pulaskit P, Umptekit U. Akerit A.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1	Tonsenas. N	13·84	0·24	5·92	7·92	2·646
2	Loon Lake, Augitsyenit	10·84	3·32	5·84	5·00	2·717
3	Furche Mt., P	10·52	3·18	6·30	4·22	2·656
4	Cabo Frio, U	11·30	0	8·70	2·60	2·672
5	Gloucester, A	10·00	2·06	7·94	2·06	2·612
6	Silver Cliff	9·34	1·66	9·00	0·34	2·689
7	Tirbircio Gulch	9·0	2·18	8·84	0·16	2·704
8	Elliot Cty.	8·68	2·10	9·22	—0·54	2·633
9	Cabo Frio, P	9·68	0·02	10·30	—0·62	2·674
10	Vetta Kollen, A	7·84	2·92	9·26	—1·42	2·729
11	Beverley, U	9·06	0	10·94	—1·88	2·732

Aus den angeführten Zahlen ergibt sich, daß eine Unterscheidung der verschiedenen Abarten der Alkalisyenite nach dem spezifischen Gewicht derzeit nicht möglich ist. Nr. 2 gehört vielleicht gar nicht hierher. Bildet man aus gleichstelligen Werten die Mittel, so erhält man folgende Reihe:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1	13·84	0·24	5·92	7·92	2·646
2—5	10·66	2·14	7·20	3·46	2·664
6—11	8·94	1·48	9·58	—0·64	2·694

Die durch diese Punkte gezogene Linie schließt sich genau an das salische Ende der Syenitlinie (Tabelle V) an.

Die Größen $A_0 C_0 F_0$ liefern bei den Alkalisyeniten folgende Tabelle:

Tabelle XVI: Alkalisyenite.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	Tonsenas	8·96	0·08	0·96	8·00	2·646
2 (4)	Cabo Frio	8·40	0	1·60	6·80	2·672
3 (2)	Loon Lake	7·76	1·19	1·05	6·71	2·717
4 (3)	Furche Mt.	7·68	1·16	1·16	6·52	2·656
5	Gloucester	7·69	0·78	1·53	6·16	2·612
6 (9)	Cabo Frio	7·85	0·10	2·05	5·80	2·674
7 (6)	Silver Cliff	7·52	0·67	1·81	5·71	2·689
8 (7)	Tirbircio Gulch	7·31	0·89	1·80	5·51	2·704
9 (11)	Beverley	7·69	0	2·31	5·38	2·732
10 (8)	Elliot Cty.	7·21	0·87	1·92	5·29	2·633
11 (10)	Vetta Kollen	6·74	1·26	2·00	4·74	2·729

Auch hier zeigt sich eine Andeutung von Steigen des spezifischen Gewichtes mit abnehmendem $a-f$. Die Mittelwerte sind:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	8·96	0·08	0·96	8·00	2·646
2—5	7·88	0·78	1·34	6·54	2·664
6—10	7·52	0·50	1·98	5·54	2·686
11	6·74	1·26	2·00	4·74	2·729

Diese Mittelzahlen liegen durchweg knapp über der Granitlinie und schließen sich dem salischen Ende der Syenitlinie an.

IX. Eläolithsyenit.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Mariupolit. Mariupol. — J. Morozewicz, T. M. P. M., XXI, p. 241 (1902). — Wash., p. 198, Nr. 3.
2. Nephelinsyenit. Methuen Township, Petersborough Cty., Ontario. — An. W. G. Miller, Rep. Bur. Mines, Tom. VIII, pt. 2, p. 207 (1899). — Wash., p. 200, Nr. 1.
3. Nephelinsyenit. Salem Neck, Essex Cty., Massachusetts. — H. S. Washington, J. G., VI, 803 (1898). — Wash., p. 206, Nr. 2.
4. Foyait. Great Hartle Island, Salem Harbor, Massachusetts. — H. S. Washington, J. G., VI, p. 803 (1898). — Wash., p. 196, Nr. 5.
5. Eläolithsyenit. Nagy Köves, Ungarn. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 146, Nr. 5.
6. Nephelinsyenit. Picota, Serra de Monchique. — An. P. Jannasch, N. J. Min., 1884, II, p. 13. — Wash., p. 210, Nr. 31.

7. Nephelinsyenit. Fourche Mountain. — An. W. A. Noyes. J. F. Williams. A. R. G. S., Arkansas. 1890, II. p. 88. — Wash., p. 198, Nr. 7.
8. Eläolithsyenit. Rustenburg, Südafrika. — E. A. Wülfing, Neues Jahrb. f. Min., 1880, II.
9. Nephelinsyenit. Longfellow Mine, Cripple Creek, Colorado. — An. W. F. Hillebrand. W. Cross, 16. A. R. U. S. G. S., II. p. 45 (1895). — Wash., p. 262, Nr. 17.

Tabelle XVII: Eläolithsyenit.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1	Mariupol	17·44	0	2·56	14·88	2·699
2	Methuen Township	15·48	2·64	1·88	13·60	2·60
3	Salem Neck	16·00	1·00	3·00	13·00	2·596
4	Salem Harbor	15·90	0·60	3·50	12·40	2·599
5	Nagy-Köves	14·94	0	5·06	9·88	2·580
6	Picota	14·22	0	5·78	8·44	2·578
7	Fourche Mountain	10·72	3·04	6·24	4·48	2·521
8	Rustenburg	11·50	0·50	8·00	3·50	2·580
9	Longfellow Mine	9·28	1·82	8·90	0·38	2·680

Diese Tabelle ist leider sehr wenig umfangreich, was angesichts der ziemlich großen Anzahl von Untersuchungen, die gerade dieser interessanten Gesteinsgruppe gewidmet wurden, doppelt zu bedauern ist. Die Eintragung ins Koordinatennetz gibt eine sehr zerstreute Lage der Punkte. Zum Teil ist das darauf zurückzuführen, daß das Osann'sche Dreieck die große Mannigfaltigkeit dieser Gesteine nicht getreu wiederzugeben vermag. Namentlich ist die gegenseitige Vertretung von K und Na wichtig. Na-reiche Gesteine (Mariupolit) haben höheres spezifisches Gewicht, eine Folge der Ausbildung der spezifisch schweren Alkalipyroxene und -hornblenden und der Vertretung des leichteren Kalifeldspates durch den spezifisch schwereren Albit. Das niedrige spezifische Gewicht von 6 ist sehr auffällig und vielleicht fehlerhaft bestimmt. Leider sind von den an dunklen Gemengteilen (an *F*) reicheren Eläolithsyeniten fast keine spezifischen Gewichtsbestimmungen vorhanden. Die norwegischen Laurvikite wären hier anzureihen. Nur Nr. 9 obiger Tabelle deutet diese Reihe an.

Zur Bildung von Mittelwerten wurden die Nrn. 1 bis 8 zusammengefaßt. Ob man die nach entgegengesetzter Richtung abweichenden Nrn. 1 und 7 mitzählt oder nicht, erweist sich dabei ziemlich gleichgültig.

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1—8	14·52	0·98	4·50	10·02	2·594
9	9·28	1·82	8·90	0·38	2·680

Bei der Berechnung von $A_0 C_0 F_0$ ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle XVIII: Eläolithsyenit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	$a_0 - f_0$	s
1	Mariupol	9·64	0	0·36	9·28	2·699
2 (3)	Salem Neck	9·26	0·29	0·45	8·81	2·596
3 (4)	Salem Harbor	9·31	0·17	0·52	8·79	2·599
4 (2)	Methuen Township	8·96	0·77	0·27	8·69	2·600
5	Nagy Köves	9·21	0	0·79	8·42	2·580
6	Picota	9·07	0	0·93	8·14	2·578
7 (8)	Rustenburg	8·43	0·15	1·42	7·01	2·580
8 (7)	Fourche Mountain	7·77	1·10	1·13	6·64	2·521
9	Longfellow Mine	7·41	0·75	1·84	5·57	2·68

In der gleichen Weise wie Tabelle XVII behandelt, liefern diese Zahlen folgende Mittelwerte:

Nr.	a_0	c_0	f_0	$a_0 - f_0$	s
1—8	8·96	0·31	0·73	8·23	2·594
9	7·41	0·75	1·84	5·57	2·68

X. Essexit und Theralith.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Essexit. Milton. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 238.
2. Essexit. Salem Neck. — Washington, J. G., VII, p. 57 (1899). — Wash., p. 299, Nr. 3.
3. Essexit. Rongstock. — An. Pfohl. J. E. Hibsch. T. M. P. M., XIV, p. 99 (1894).
4. Theralith. Three Peaks. Crazy Mt. — J. E. Wolff. North. Transcont. Survey, p. 11 (1885). — Wash., p. 298, Nr. 5.
5. Theralith. Martinsdale, Crazy Mt. — J. E. Wolff. North. Transcont. Survey, p. 10 (1885). — Wash., p. 352, Nr. 3.
6. Theralith. Duppau. — An. H. Tertsch. T. M. P. M., XXII, p. 281.
7. Theralith. Kunjoktal, Kola, Finland. — F. Eichleiter, V. G. R. A., 1893, p. 217. — Wash., p. 348, Nr. 8.

Tabelle XIX: Essexit (E) und Theralith (T).

Nr.		a	c	f	$a - f$	s
1	Milton, E	4·34	4·06	11·60	— 7·26	2·801
2	Salem Neck, E	5·36	1·84	12·80	— 7·44	2·919
3	Rongstock, E	5·16	2·24	12·60	— 7·44	2·855
4	Three Peaks, T	4·48	1·40	14·12	— 9·64	2·86
5	Martinsdale, T	4·48	0·46	15·06	—10·58	2·93
6	Duppau, T	3·52	0·48	16·00	—12·48	3·008
7	Kunjoktal, T	3·08	1·32	15·60	—12·52	2·96

Die Tabelle läßt in dieser Reihe das durchschnittliche Steigen des spezifischen Gewichtes mit der Annäherung an den femischen Eckpunkt des Osannschen Dreieckes ganz gut erkennen. Die Mittelwerte ergeben:

	a	c	f	$a-f$	s
Essexit......	5·00	2·70	12·30	— 7·30	2·858
Theralith	3·88	0·92	15·20	—11·30	2·940

Diese Mittelzahlen fallen etwas unter die Gabbrolinie und knapp über die Dioritlinie. Dieses Verhältnis ist durch das Eintreten von nephelin- und alkalireicheren Plagioklasen gegenüber den Gabbros. durch das stärkere Hervortreten von Pyroxenen gegenüber den Dioriten verständlich.

Die Berechnung der Analysen nach $A_0\,C_0\,F_0$ liefert folgende

Tabelle XX: Essexit (E) und Theralith (T).

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1 (2)	Salem Neck, E......	5·66	0·97	3·37	2·29	2·919
2 (3)	Rongstock, E.......	5·46	1·20	3·34	2·12	2·855
3 (1)	Milton, E..........	4·70	2·20	3·10	1·60	2·801
4	Three Peaks, T	5·15	0·80	4·05	1·10	2·86
5	Martinsdale, T......	5·28	0·27	4·45	0·83	2·93
6	Duppau, T.........	4·6	0·2	5·2	—0·6	3·008
7	Kunjoktal..........	4·03	0·86	5·11	—1·08	2·96

Diese Tabelle liefert folgende Mittelzahlen:

	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
Essexit......	5·27	1·46	3·27	2·00	2·858
Theralith	4·77	0·53	4·70	0·07	2·940

Bei diesen der Linie AF sehr nahe liegenden Gesteinen macht sich die Verschiebung infolge der Rechnung nach $A_0\,C_0\,F_0$ sehr stark bemerkbar. Sowohl Essexit als Theralith fallen jetzt über die Diorit-, respektive Gabbrolinie und liegen fast genau auf der Geraden, die das Mittel der Eläolithsyenite mit den Pyroxeniten verbindet.

In den Literaturnachweisen bedeutet:

Wash.: H. S. Washington. Chemical Analyses of Igneous Rocks, United States Geological Survey, Professional Paper Nr. 14, Washington 1903.

Osann: A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie, II. Teil, Stuttgart 1905.